

地質的特徴と土砂災害を引き起こした降雨パターンに関する一考察

国土技術政策総合研究所 ○鈴木 大和、國友 優、松下一樹、池田 寛

1 はじめに

土砂災害から人的被害を軽減するためには、的確なタイミングで住民に対して避難勧告等の発令を行うことが必要となる。特に、降雨開始から災害発生までの時間が極めて短い場合は注意が必要であり、どのような条件が揃った時にそのような事態が発生するのかを明らかにすることは、市町村が警戒避難体制を整える上で重要な課題である。

そこで本研究では、土砂災害の発生場の条件に応じた土砂災害発生危険度評価手法開発の一環として、地質的特徴と降雨パターン及び土砂災害発生タイミングとの関係について分析を行い、降雨開始から土砂災害発生までの時間が短い傾向にある場の抽出を試みた。

2 対象データ

土砂災害発生場の地質的特徴の分析にはシームレス地質図詳細版（全項目 129 種類）を使用した。また、降雨パターンの分析には解析雨量および土壤雨量指数（以下「SWI」）を使用した。なお、時空間精度を統一するため、解析雨量はすべて 5km メッシュに値を換算し、解析雨量および SWI のデータは正時の値のみを用いた。

土砂災害発生箇所及びタイミングは、大きな被害を引き起こす危険性の高い 1 メッシュで複数土石流災害が発生したデータを用いて分析した。使用したデータは、1999 年から 2014 年の間に各都道府県から国土交通省に報告のあったもののうち発生時刻が分かる 1,272 件とした。

3 検討手法

3.1 土砂災害発生場の地質的特徴の分析

地質的特徴の分析では、まず、GIS を用いて地質データを 1km メッシュに分割し、平地部分を除外するため平均傾斜角度 2.0 度未満となるメッシュを除外した上で、土石流の発生リスクが相対的に高い区域と低い区域に重み付けした。重み付けは平均傾斜角 2.0 度から 9.9 度のメッシュのデータについては面積に 0.5 を乗じた値を、10.0 度以上の区域のデータについては面積の値を属性値として付与した。次に、5km メッシュごとに属性値の空間集約を行った上で、集約後の面積に対して 30%に満たないデータについては対象外とした。

集約を行った 5km メッシュ（全国 12,907 区画）ごとの地質データ（106 種類）の属性値について、クラスター分析（Ward 法）を行い、全分析対象メッシュを 10 種類のカテゴリ（以下「地質カテゴリ」）に分類した。結果を図-1 に示す。この 10 地質カテゴリについて、その地質的特徴を個別に調べ、「非アルカリ苦鉄質火山岩類卓越タイプ」のように、その卓越する地質を各地質カテゴリの名称とした。なお、卓越する地質が判然としないカテゴリについては、「（混在タイプ I）」等と表すこととした。結果を表-1 に示す。

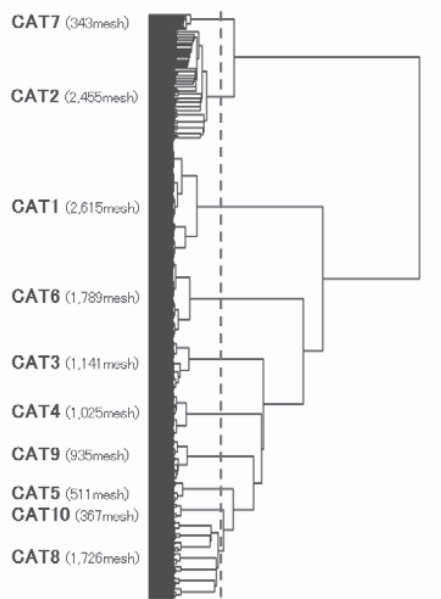


図-1 地質的特徴のクラスター分析結果

表-1 地質カテゴリ

カテゴリ番号	カテゴリ名称
CAT1	堆積岩卓越タイプ
CAT2	混在タイプ I
CAT3	非アルカリ珪長質火山岩類卓越タイプ
CAT4	メランジュ基質卓越タイプ
CAT5	花崗岩卓越タイプ
CAT6	非アルカリ苦鉄質火山岩類卓越タイプ
CAT7	混在タイプ II
CAT8	砂岩泥岩互層・珪長質深成岩類等混在タイプ
CAT9	非アルカリ火砕流堆積物卓越タイプ
CAT10	花崗閃緑岩卓越タイプ

3.2 土砂災害発生時の降雨パターンの分析

土石流の発生履歴のある 5km メッシュ 652 区画について、土砂災害警戒情報の危険度評価と同様に 60 分積算雨量、SWI を用いて（小山内ら、2009）、各メッシュ毎に土石流災害発生時前後 48 時間のスネーク曲線を描き、土石流発生時前後の 60 分積算雨量、SWI、スネーク曲線の形状を「土石流発生降雨履歴（以下「降雨履歴）」として整理した。スネークの形状については、スパイク型、ループ型、拡大ループ型、クリープ型の 4 パターンに分けて整理した。スパイク型は短時間強雨、ループ型は線状降水帯等による集中豪雨、拡大ループ型は台風・熱帯低気圧本体による大雨、クリープ型は停滞前線等による長雨に概ね対応していることを確認している。各パターンのイメージを図-3 に示す。

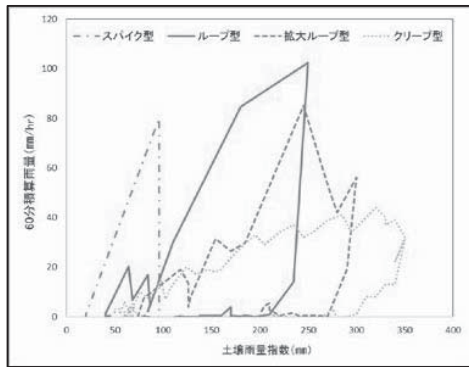


図-3 降雨パターン分類のイメージ

4 検討結果

4.1 土石流災害発生までのタイムラグの分析

各土石流発生メッシュについて、土石流災害発生までの時間の長短を評価するため、3.2で整理した降雨履歴を用いて、一般的に土石流発生リスクが高くなり始めるSWI値100mmを超過してから土石流の発生に至るまでの時間(以下「タイムラグ」)を算出し、地質カテゴリ毎にタイムラグの傾向の違いを分析した。その結果、CAT3、CAT5の地質カテゴリで発生した土石流災害については、約4割が超過後1~3時間以内、約7割が6時間以内に発生しており、極めてタイムラグが短い「突発型」の災害が多い傾向を示していることが分かった(図-4)。一方、CAT4、CAT8については7時間以降に発生しているものが全体の半数を占めており、「遅延型」の傾向を示していることが分かった(図-5)。

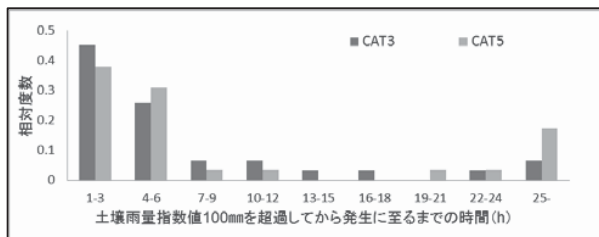


図-4 CAT3及びCAT5における土石流災害のSWI100mm超過後から災害発生までのタイムラグ

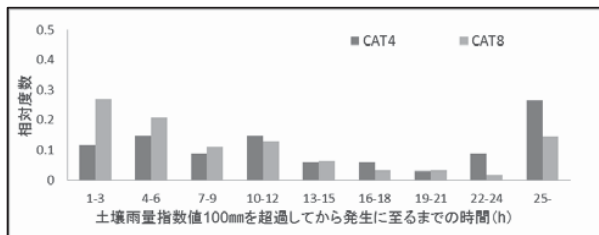


図-5 CAT4及びCAT8における土石流災害のSWI100mm超過後から災害発生までのタイムラグ

4.2 土石流発生降雨パターンの傾向

4.1において突発型の災害が多い傾向を示すとされたCAT3及びCAT5の地質カテゴリにおいて、土石流災害が発生した時刻におけるSWI値と60分積算雨量の組み合わせの分布を調べたところ、他の事例に比べてSWI値が比較的小さく60分積算雨量が大きいエリアに寄っていた。特に、単位面積当たり多数の

土石流が発生した事例における上位3事例の降雨パターンは全てループ型で、かつループのピーク以前に災害発生していることが分かった(図-5)。つまり、これらの地質カテゴリに属する地域(図-6)では、全てがそうであるとは言えないものの、降雨がピークを迎える前に、同時多発的に土石流が発生することがあり、早い段階から厳重な警戒を要する必要がある地域であると言える。

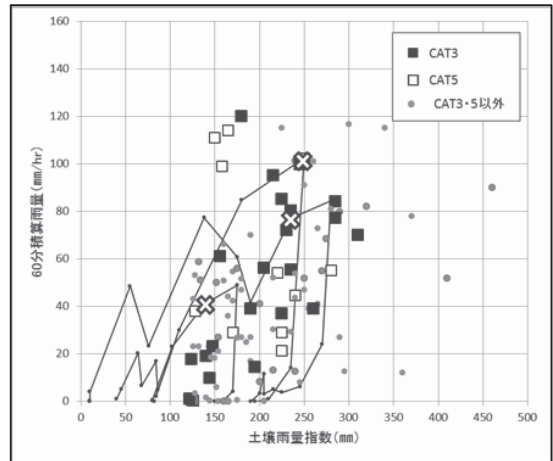


図-5 CAT3及びCAT5と他の地質カテゴリの土石流災害発生時のSWIと60分積算雨量の傾向の違い



図-6 CAT3、CAT5の分布

5 おわりに

本研究では、地質の特徴と降雨パターンの関係を検討し、降雨開始から土砂災害発生までの時間が短い傾向にある場としてCAT3(非アルカリ珪長質火山岩類卓越タイプ)及びCAT5(花崗岩卓越タイプ)を抽出した。ただし、発生時刻の分かる土石流災害のみを対象としているため、今回得られた結果は一傾向である。今後は、データの蓄積を行い事例を増やして検証を行うとともに、市町村が警戒避難を解除するタイミングの判断が難しいクリーブ型降雨と発生場の条件について分析する必要があると考えている。

【参考文献】

小山内信智、小嶋伸一、倉本正和(2009): 降雨出現確率法(連携案)を用いた土砂災害警戒情報の概要、砂防学会誌 Vol. 62、No. 4、p. 56-60